

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-294231

(43)Date of publication of application : 26.10.1999

(51)Int.Cl.

F02D 41/14  
F02D 35/00  
F02D 41/04  
F02D 41/18  
F02D 45/00  
F02D 45/00

(21)Application number : 10-098748

(71)Applicant : YAMAHA MOTOR CO LTD

(22)Date of filing : 10.04.1998

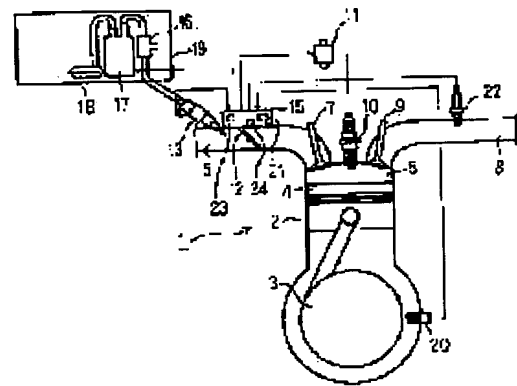
(72)Inventor : YAMAGUCHI MASASHI  
HASHIMOTO SHIGEKI

## (54) FUEL INJECTION CONTROL DEVICE FOR ENGINE

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To control the air-fuel ratio with high precision via simple control with a minimum number of sensors by updating the coefficient of a leaning model, and controlling a fuel injection quantity based on the difference between the target air-fuel ratio and estimated air-fuel ratio.

**SOLUTION:** A control device 15 receives detection signals from various sensors detecting the operation state of an engine 1. The sensors include a crank angle sensor 20 detecting the rotational angle of a crankshaft 3, an intake pipe negative-pressure sensor 21 detecting the intake negative pressure in an intake pipe 6 and an air-fuel ratio sensor 22 detecting the exhaust air-fuel ratio in an exhaust pipe 8. The control device 15 arithmetically processes the detection signals of these sensors and transmits control signals to an injector 13, a fuel pump 17 and an ignition coil 11, and it outputs the learning signal correcting the estimated intake air quantity and estimated intake fuel quantity to reduce the difference between the estimated air-fuel ratio and actual exhaust air-fuel ratio. The air-fuel ratio can be controlled with high precision via simple control with a minimum number of sensors.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-294231

(43) 公開日 平成11年(1999)10月26日

(51) Int.Cl. <sup>8</sup>	識別記号	F I	
F 0 2 D 41/14	3 1 0	F 0 2 D 41/14	3 1 0 H
35/00	3 6 0	35/00	3 6 0 A
41/04	3 0 5	41/04	3 0 5 J
			3 0 5 C
41/18		41/18	G

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 15 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平10-98748

(22) 出願日 平成10年(1998)4月10日

(71) 出願人 000010076

ヤマハ発動機株式会社

静岡県磐田市新貝2500番地

(72) 発明者 山口昌志

静岡県磐田市新貝2500番地 ヤマハ発動機株式会社内

(72) 発明者 橋本茂喜

静岡県磐田市新貝2500番地 ヤマハ発動機株式会社内

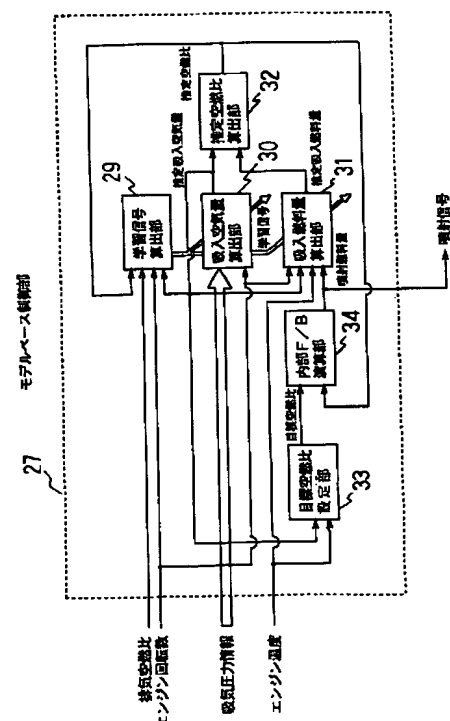
(74) 代理人 弁理士 白井 博樹 (外3名)

(54) 【発明の名称】 エンジンの燃料噴射制御装置

(57) 【要約】

【課題】 最小限のセンサを用いシンプルな制御により高精度の空燃比制御を行う。

【解決手段】 吸気管に配設されたインジェクタと、エンジン回転数検出手段と、吸気圧力検出手段と、検出された吸気圧力から複数の吸気圧力情報に加工する手段と、エンジン温度検出手段と、空燃比検出手段と、エンジン回転数及び複数の吸気圧力情報に基づいて推定吸入空気量を学習可能に算出する学習モデルと、噴射燃料量、エンジン回転数、エンジン温度と推定吸入空気量又は検出された吸気圧力又は複数の吸気圧力情報に基づいて推定吸入燃料量を学習可能に算出する学習モデルと、推定吸入空気量と推定吸入燃料量に基づいて推定空燃比を算出する手段と、目標空燃比を設定する手段と、推定空燃比と排気空燃比のずれに基づいて学習信号を算出する手段とを備え、該学習信号により前記推定吸入空気量と推定吸入燃料量の少なくとも一つの学習モデルの係数を更新し、目標空燃比と推定空燃比の差に基づいて燃料噴射量を制御する。



**【特許請求の範囲】**

【請求項 1】吸気管に配設されたインジェクタと、エンジン回転数検出手段と、吸気圧力を検出する吸気圧力検出手段と、検出された吸気圧力から複数の吸気圧力情報に加工する吸気圧力情報加工手段と、エンジン温度検出手段と、排気空燃比を検出する空燃比検出手段と、エンジン回転数及び複数の吸気圧力情報に基づいて推定吸入空気量を学習可能に算出する学習モデルと、噴射燃料量、エンジン回転数、エンジン温度と推定吸入空気量又は検出された吸気圧力又は複数の吸気圧力情報に基づいて推定吸入燃料量を学習可能に算出する学習モデルと、算出された推定吸入空気量と推定吸入燃料量に基づいて推定空燃比を算出する推定空燃比算出手段と、目標空燃比を設定する目標空燃比設定手段と、前記推定空燃比と排気空燃比のいずれに基づいて学習信号を算出する学習信号算出手段とを備え、該学習信号により前記推定吸入空気量と推定吸入燃料量の少なくとも一つの学習モデルの係数を更新し、目標空燃比と推定空燃比の差に基づいて燃料噴射量を制御することを特徴とするエンジンの燃料噴射制御装置。

【請求項 2】前記目標空燃比設定手段は、算出された推定吸入空気量に基づいて目標空燃比を設定することを特徴とする請求項 1 記載のエンジンの燃料噴射制御装置。

【請求項 3】吸気管に配設されたインジェクタと、エンジン回転数検出手段と、吸気圧力を検出する吸気圧力検出手段と、検出された吸気圧力から複数の吸気圧力情報に加工する吸気圧力情報加工手段と、エンジン温度検出手段と、エンジン回転変動を検出する回転変動検出手段と、エンジン回転数及び複数の吸気圧力情報に基づいて推定吸入空気量を算出するモデルと、噴射燃料量、エンジン回転数、エンジン温度と推定吸入空気量又は検出された吸気圧力又は複数の吸気圧力情報に基づいて推定吸入燃料量を算出するモデルと、算出された推定吸入空気量と推定吸入燃料量に基づいて推定空燃比を算出する推定空燃比算出手段と、エンジン回転数及びエンジン回転変動に基づいて目標空燃比を学習可能に算出する学習モデルと、エンジン回転変動に基づいて学習信号を算出する学習信号算出手段とを備え、該学習信号により前記推定吸入空気量と推定吸入燃料量の少なくとも一つの学習モデルの係数を更新し、目標空燃比と推定空燃比の差に基づいて燃料噴射量を制御することを特徴とするエンジンの燃料噴射制御装置。

【請求項 4】前記目標空燃比算出手段は、エンジン回転数、推定吸入空気量及びエンジン回転変動に基づいて目標空燃比を算出することを特徴とする請求項 3 記載のエンジンの燃料噴射制御装置。

【請求項 5】前記複数の吸気圧力情報は、平均吸気圧力、最低吸気圧力、最大吸気圧力と最小空気圧力との差及び吸気圧力の脈動周波数のうち少なくとも 2 つ以上の情報であることを特徴とする請求項 1 ないし 4 のいずれ

かに記載のエンジンの燃料噴射制御装置。

【請求項 6】前記吸気管壁に制御装置のボックスが配設され、該ボックス内に前記吸気圧力検出手段が配設されていることを特徴とする請求項 1 ないし 5 のいずれかに記載のエンジンの燃料噴射制御装置。

【請求項 7】前記吸気管壁に制御装置のボックスが配設され、該ボックス内に前記温度検出手段が配設されていることを特徴とする請求項 1 ないし 6 のいずれかに記載のエンジンの燃料噴射制御装置。

【請求項 8】前記エンジン温度検出手段は、吸気管壁温度を検出する温度センサと、吸気管壁から若干離れた位置の温度を検出する温度センサとからなり、両温度センサの検出信号によりエンジン温度を算出することを特徴とする請求項 7 記載のエンジンの燃料噴射制御装置。

**【発明の詳細な説明】****【0001】**

【発明の属する技術分野】本発明は、燃料を吸気管内に噴射する方式のエンジンにおいて、その燃料噴射制御の技術分野に属する。

**【0002】**

【従来の技術】従来、燃料を吸気管内に噴射する方式のエンジンにおいて、燃焼後の排気の空燃比 ( $A/F$ ) を検出する空燃比センサを設け、目標空燃比になるように燃料噴射量をフィードバック制御し、これによりエンジン性能や排ガス特性、燃費の向上を図るようにした燃料噴射制御方式が知られている。この方式においては、 $A/F$  がリーン側からリッチ側になると燃料噴射量を減少させるように制御し、この制御により次第に  $A/F$  がリーン側に変化してゆき、 $A/F$  がリッチ側からリーン側になると燃料噴射量を増大させるように制御することにより、目標  $A/F$  となるように燃料噴射量を制御するようにしている。

**【0003】**

【発明が解決しようとする課題】ところで、上記空燃比制御においては、吸入空気量を正確に算出でき、燃料噴射量を吸入空気量に応じて管理することができれば、現在の空燃比を目標空燃比に合わせることができるが、実際上は、燃料噴射量および吸入空気量が種々の原因で変化するため、現在の空燃比と目標空燃比との間にズレが生じてしまう。何故なら、吸気管内に噴射された燃料は、その全量が燃焼室に入るわけではなく燃料の一部は吸気管壁に付着し、吸気管壁に付着した燃料は、エンジンの運転状態及び吸気管壁温度により定まる蒸発時定数によって燃料蒸発量が変化し、また、エンジンの運転状態に応じて吸気管壁に付着する燃料付着率も変化し、さらに、吸入空気量は、吸気温度や大気圧等のエンジン周囲の環境変化（空気密度の変化）やバルブタイミング等のエンジン自体の経時変化によっても変動してしまう。

【0004】この問題を解決するために、上記従来のフィードバック制御において上記  $A/F$  のズレをなくそう

とすると、多数のセンサ及び制御マップが必要になるとともに、制御が複雑になり応答性が悪くなってしまい、高精度の空燃比制御を行うことができないという問題を有している。また、噴射された燃料が燃焼室に入るまでの無駄時間が存在するため、スロットル開度が大きく変化するエンジン過渡時において、制御の応答性が悪くなり高精度の空燃比制御を行うことができないという問題を有している。

【0005】本発明は、上記従来の問題を解決するものであって、最小限のセンサを用いシンプルな制御により、高精度の空燃比制御を行うことができるエンジンの燃料噴射制御装置を提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために請求項 1 記載の発明は、吸気管に配設されたインジェクタと、エンジン回転数検出手段と、吸気圧力を検出する吸気圧力検出手段と、検出された吸気圧力から複数の吸気圧力情報に加工する吸気圧力情報加工手段と、エンジン温度検出手段と、排気空燃比を検出する空燃比検出手段と、エンジン回転数及び複数の吸気圧力情報に基づいて推定吸入空気量を学習可能に算出する学習モデルと、噴射燃料量、エンジン回転数、エンジン温度と推定吸入空気量又は検出された吸気圧力又は複数の吸気圧力情報に基づいて推定吸入燃料量を学習可能に算出する学習モデルと、算出された推定吸入空気量と推定吸入燃料量に基づいて推定空燃比を算出する推定空燃比算出手段と、目標空燃比を設定する目標空燃比設定手段と、前記推定空燃比と排気空燃比のずれに基づいて学習信号を算出する学習信号算出手段とを備え、該学習信号により前記推定吸入空気量と推定吸入燃料量の少なくとも一つの学習モデルの係数を更新し、目標空燃比と推定空燃比の差に基づいて燃料噴射量を制御することを特徴とし、請求項 2 記載の発明は、請求項 1 において、前記目標空燃比設定手段は、算出された推定吸入空気量に基づいて目標空燃比を設定することを特徴とし、請求項 3 記載の発明は、吸気管に配設されたインジェクタと、エンジン回転数検出手段と、吸気圧力を検出する吸気圧力検出手段と、検出された吸気圧力から複数の吸気圧力情報に加工する吸気圧力情報加工手段と、エンジン温度検出手段と、エンジン回転変動を検出する回転変動検出手段と、エンジン回転数及び複数の吸気圧力情報に基づいて推定吸入空気量を算出するモデルと、噴射燃料量、エンジン回転数、エンジン温度と推定吸入空気量又は検出された吸気圧力又は複数の吸気圧力情報に基づいて推定吸入燃料量を算出するモデルと、算出された推定吸入空気量と推定吸入燃料量に基づいて推定空燃比を算出する推定空燃比算出手段と、エンジン回転数及びエンジン回転変動に基づいて目標空燃比を学習可能に算出する学習モデルと、エンジン回転変動に基づいて学習信号を算出する学習信号算出手段とを備え、該学習信号により前記推定吸

入空気量と推定吸入燃料量の少なくとも一つの学習モデルの係数を更新し、目標空燃比と推定空燃比の差に基づいて燃料噴射量を制御することを特徴とし、請求項 4 記載の発明は、請求項 3 において、前記目標空燃比算出手段は、エンジン回転数、推定吸入空気量及びエンジン回転変動に基づいて目標空燃比を算出することを特徴とし、請求項 5 記載の発明は、請求項 1～4 において、前記複数の吸気圧力情報は、平均吸気圧力、最低吸気圧力、最大吸気圧力と最小空気圧力との差及び吸気圧力の脈動周波数のうち少なくとも 2 つ以上の情報であることを特徴とし、請求項 6 記載の発明は、請求項 1～5 において、前記吸気管壁に制御装置のボックスが配設され、該ボックス内に前記吸気圧力検出手段が配設されていることを特徴とし、請求項 7 記載の発明は、請求項 1～6 において、前記吸気管壁に制御装置のボックスが配設され、前記ボックス内にエンジン温度検出手段が配設されていることを特徴とし、請求項 8 記載の発明は、請求項 1～7 において、前記エンジン温度検出手段は、吸気管壁温度を検出する温度センサと、吸気管壁から若干離れた位置の温度を検出する温度センサとからなり、両温度センサの検出信号によりエンジン温度を算出することを特徴とする。

【0007】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面を参照しつつ説明する。図 1～図 13 は、本発明のエンジンの燃料噴射制御装置の 1 実施形態を示している。

【0008】図 1 は、本実施形態におけるエンジンの構成図である。4 サイクルエンジン 1 は、シリンダボディ 2、クランク軸 3、ピストン 4、燃焼室 5、吸気管 6、吸気弁 7、排気管 8、排気弁 9、点火プラグ 10、点火コイル 11 を備え、吸気管 6 内にはスロットル弁 12 が配設され、また、スロットル弁 12 の上流側にはインジェクタ 13 が配設され、さらに、吸気管 6 の壁面には制御装置 15 を内蔵したボックスが配設されている。インジェクタ 13 は、圧力調整弁 16、電動モータにより駆動される燃料ポンプ 17、フィルタ 18 を介して燃料タンク 19 に接続されている。

【0009】制御装置 15 には、エンジン 1 の運転状態を検出する各種センサからの検出信号が入力される。すなわち、センサとして、クランク軸 3 の回転角を検出するクランク角センサ（エンジン回転数検出手段）20、吸気管 6 内の吸気圧力を検出する吸気管負圧センサ（吸気圧力検出手段）21、排気管 8 内の排気空燃比を検出する空燃比センサ（空燃比検出手段）22、制御装置 15 のボックス内に配設され吸気管から若干離れた位置の温度を検出する温度検出手段 23（温度センサ 1）、ボックス内に配設され吸気管 6 の壁温を検出する吸気管壁温度検出手段 24（温度センサ 2）が設けられている。制御装置 15 は、これら各センサの検出信号を演算処理し、制御信号をインジェクタ 13、燃料ポンプ 17、点

火コイル 11 に伝送する。図 2 に示すように、制御装置 15 は、バッテリーに接続された電源回路 15 a、入力 I / F 15 b、不揮発性メモリ 15 c を有するマイコン 15 d、出力 I / F 15 e を備え、温度センサ 1、2 及び吸気管負圧センサ 21 は制御装置 15 のボックス 15 a 内に配設され、検出信号は、入力 I / F 15 b に入力される。

【0010】図 3 は、図 2 のマイコン 15 d 内で行われるインジェクタに関する制御ユニットのブロック図である。制御ユニットは、クランク角信号からエンジン回転数を算出するエンジン回転数算出部 25 と、吸気圧力信号を複数のデータに加工する吸気圧力情報加工部 26 と、モデルベース制御部 27 を備え、モデルベース制御部 27 は、エンジン回転数、吸気圧力、エンジン温度（推定）、排気空燃比の信号を後述する方法により演算処理し、噴射信号をインジェクタ 13 に出力する。

【0011】図 4 は、図 3 の吸気圧力情報加工部 26 の構成を示すブロック図である。吸気圧力情報加工部 26 は、吸気信号から 1 行程間の平均吸気圧力を算出する平均圧力算出部 26 a と、1 行程間の最低吸気圧力を算出する最低圧力算出部 26 b を備え、両者の信号をモデルベース制御部 27 a に出力する。

【0012】図 5 は、図 3 のモデルベース制御部 27 の構成を示すブロック図である。モデルベース制御部 27 は、学習信号算出部 29 にて算出された学習信号により学習可能に吸入空気量と吸入燃料量を算出する学習モデルとして、吸入空気量算出部 30 及び吸入燃料量算出部 31 を備え、さらに、算出された推定吸入空気量と推定吸入燃料量から推定空燃比を算出する推定空燃比算出部 32、算出された推定吸入空気量とエンジン温度から目標空燃比を算出する目標空燃比算出部 33、算出された目標空燃比と推定空燃比のズレに基づいて燃料噴射量を制御する内部 F / B（フィードバック）演算部 34 を備えている。各算出部の内容について説明する。

【0013】図 6（A）は、図 5 の目標空燃比算出部 33 の構成を示すブロック図、図 6（B）は目標空燃比マップを示す図である。変化率算出部 33 a は、吸入空気量算出部 30 で算出された推定吸入空気量の変化率を算出し、この推定吸入空気量の変化率とエンジン温度に基づいて目標空燃比マップ 33 b を参照し、図 6（B）に示すように、目標空燃比を設定する。エンジンの通常運転時は目標空燃比は例えば理論空燃比に設定されており、エンジン温度が低い場合とか、エンジン過渡時の場合に目標空燃比を変更するようにしている。

【0014】図 7 は、図 5 の内部フィードバック演算部 34 の構成を示すブロック図である。ここでは、図 6 で設定された目標空燃比と後述する推定空燃比算出部 32 で算出された推定空燃比とのズレに応じて燃料噴射量にフィードバックゲイン  $K_p$  をかけて補正する処理を行い、燃料噴射弁 13 に出力するとともに、吸入燃料量算

出部 31 に出力している。

【0015】図 8 は、図 5 の学習信号算出部 29 の構成を示すブロック図である。運転状態検出部 29 a においてエンジン回転数と推定吸入空気量からエンジンの運転状態を算出し、学習信号発生部 29 b において、エンジンの運転状態に応じて、現在の排気空燃比と推定空燃比（後述）とのズレを学習信号 1 ~ 4 として出力する。学習信号 1、2 は、図 5 の吸入空気量算出部 30 において吸入空気量を学習させるための教師データとして用いられ、学習信号 3、4 は、図 4 の吸入燃料量算出部 31 において吸入燃料量を学習させるための教師データとして用いられる。なお、学習信号 1 ~ 4 は、現在の排気空燃比と推定空燃比とのズレの情報（以下、単に A / F のズレという）で同一内容の信号であるが、4 つの学習信号 1 ~ 4 を生成する理由は、A / F のズレの原因を、①吸気温度や大気圧等のエンジン周囲の環境変化（空気密度の変化）によるズレ、②バルブタイミング等のエンジン自体の経時変化によるズレ、③吸気管 6 に付着した燃料の蒸発時定数の変化によるズレ、④吸気管 6 に付着する燃料付着率の変化によるズレから生じるものとしてモデル化し、A / F のズレを、各 4 つの原因のそれぞれの変化量として算出し学習量（教師データ）とするためである。

【0016】図 9 は、図 5 の吸入空気量算出部 30 の学習モデルを示し、推定吸入空気量を求めるためのファジィニューラルネットの概略構成図である。本発明における推定吸入空気量は数式により求めることができないので、ファジィニューラルネットを用いてモデル化を図っている。ファジィニューラルネットは、6 つの処理層を備えた階層構造型であり、第 1 層から第 4 層までの前件部と第 5 層及び第 6 層の後件部からなり、前件部で入力した 1 行程間の平均吸気圧力、最低吸気圧力及びエンジン回転数が、所定のルールにどの程度適合しているかをファジィ推論し、前件部で得られた値を用いて後件部で重心法を用いて推定吸入空気量を求める。このとき、学習信号 1 の A / F のズレ情報により補正係数 30 a を学習量として更新し、環境変化（空気密度の変化）による A / F のズレをなくすため推定吸入空気量を補正する。

【0017】前記ルールは、図 10 に示すように、入力情報である 1 行程間の平均吸気圧力、1 行程間の最低吸気圧力及びエンジン回転数に対応した各 3 個の運転条件 A11、A21、A31、A12、A22、A32 及び A13、A23、A33 とした場合、合計 9 個の運転条件と 27 個の結論 R1 ~ R27 との組み合わせにより行われる。図 10 は、ルールを 3 次元マップの形式で表した図であり、縦軸が 1 行程間の平均吸気圧力に対する運転条件 A12、A22、A32 を、横軸がエンジン回転数に対する運転条件 A11、A21、A31 と、1 行程間の平均吸気圧力に対する運転条件 A13、A23、A33 を示し、これらエンジン回転数、1 行程間の平均吸気圧力及び最低吸気圧力により形成される

3次元空間を各運転条件に対応するように分割した27個の領域が結論R1~R27を示している。

【0018】この場合、前記運転条件A11はエンジン回転数が「低回転域」、A21は「中回転域」、A31は「高回転域」、運転条件A12は1行程間の平均吸気圧力が「低い」、A22は「中くらい」、A32は「高い」、運転条件A13は1行程間の最低吸気圧力が「低い」、A23は「中くらい」、A33は「高い」という曖昧な表現で運転条件を示しており、また、結論R1~R27は、エンジン回転数の大きさと1行程間の平均吸気圧力及び最低吸気圧力の大きさに対応する推定吸入空気量を示している。これらの運転条件及び結論により、ルールは、例えば、「エンジン回転数が中回転域にあり、1行程間の平均吸気圧力が中くらい、最低吸気圧力が中くらいの場合は、推定吸入空気量はV1である。」、又は「エンジン回転

数が高回転域にあり、1行程間の平均吸気圧力が高く、最低吸気圧力が高い場合は、推定吸入空気量はV2である。」等の27個のルールに別れる。

【0019】前記第1層から第4層までは、エンジン回転数に対する処理と1行程間の平均吸気圧力及び最低吸気圧力に対する処理とが分かれており、第1層でエンジン回転数信号、1行程間の平均吸気圧力及び最低吸気圧力信号をそれぞれ入力信号 $x_i$  ( $i=1\sim3$ )として入力し、第2層から第4層までで、各入力信号 $x_i$ の各運転条件A11、A21、A31、A12、A22、A32及びA13、A23、A33に対する寄与率 $a_{ij}$ を求める。具体的には寄与率 $a_{ij}$ は数1式に示すシグモイド関数 $f(x_i)$ により求められる。

【0020】

【数1】

$$\text{寄与率 } a_{ij} = f(x_i) = \frac{1}{1 + \exp[-wg(x_i + wc)]}$$

【0021】なお、上式中、 $wc$ 、 $wg$ はそれぞれシグモイド関数の中心値及び傾きに関する係数である。

【0022】上記シグモイド関数により第4層で寄与率 $a_{ij}$ を求めた後、第5層で数2式を用いて前記寄与率から入力したエンジン回転数及びスロットル開度に対する9個の結論R1~R27に対する適合度 $\mu_i$ を求め、さらに数3式を用いて適合度 $\mu_i$ を正規化した正規化適合度を求め、第6層では数4式を用いて数3式で得られた各結論に対する正規化適合度と、ファジィルールの各出力値 $f_i$  (すなわち各結論R1~R27に対応する出力値)との荷重平均をとって推定吸入空気量 $V$ を求める。なお、図9において、 $wf$ は、前記の正規化適合度に相当する結合係数である。

【0023】

【数2】

$$\text{適合度 } \mu_i = \pi_j a_{ij}$$

【0024】

【数3】

$$\text{正規化適合度 } \bar{\mu}_i = \frac{\mu_i}{\sum_k \mu_k}$$

【0025】

【数4】

$$\text{推定吸入空気量 } V = \sum_i \bar{\mu}_i f_i$$

【0026】この吸入空気量算出部30は学習可能に構成されており、初期状態においては、実験的に求めた吸入空気量とファジィニューラルネットが出力する吸入空気量とを直接比較し、両者の誤差が小さくなるように、結合係数 $wf$ を修正することによりファジィニューラルネットでの学習を行い、その後は前記A/Fのズレの情報である学習信号2を小さくするように結合係数 $wf$ を

更新することによりファジィニューラルネットでの学習を行う。

【0027】図11は、1行程間の平均吸気圧力及び最低吸気圧力と吸入空気量との相関を示す図であり、いずれの場合にも相関が強いことを示している。本発明は、このように吸入空気量と相関の強い2つの吸気圧力情報を入力することにより、推定吸入空気量を正確に算出することが可能になる。なお、吸入空気量と相関の強い吸気圧力情報としては、これに限定されるものではなく、最大圧力と最小圧力との差や吸気圧力の脈動周波数を用いてもよく、また、これらの吸気圧力情報の中から3つ以上の情報を用いるようにしてもよい。なお、図9に示したファジィニューラルネットは、1例であって例えば、入力されるエンジン回転数やスロットル開度をさらに細かい条件に分けて27個以上の結論を用いて推定吸入空気量を求めるように構成してもよいことは勿論である。

【0028】図12は、図5の吸入燃料量算出部31の学習モデルを示すブロック構成図である。蒸発時定数算出部31aは、エンジン温度、エンジン回転数及び推定吸入空気量に基づいて吸気管6壁面に付着した燃料が蒸発する時定数 $\tau$ を算出する。燃料付着率算出部31bは、エンジン回転数及び推定吸入空気量に基づいて噴射された燃料が吸気管6壁面やスロットル弁12に付着する割合(燃料付着率 $=x$ )を算出する。非付着燃料算出部31cは、前記算出された燃料付着率 $x$ に基づいて、入力される燃料噴射量が直接、燃焼室5に入る燃料量を算出する。付着燃料算出部31dは、前記算出された燃料付着率 $x$ に基づいて、入力される燃料噴射量が吸気管6壁面に付着する燃料量を算出する。前記非付着燃料算出部31c及び付着燃料算出部31dにおいて算出された燃料量は、それぞれ1次遅れ部31e、31fで、蒸

発時定数算出部 31a で算出された推定蒸発時定数  $\tau_1$ 、 $\tau_2$  に基づいて 1 次遅れ系にて近似された後、加算され、推定吸入燃料量として出力される。

【0029】図 13 は、図 12 の蒸発時定数算出部 31a において、推定蒸発時定数を求めるためのファジニューラルネットの概略構成図である。基本的な構成及び算出方法は、図 9 及び図 10 で説明した推定吸入空気量を求めるファジニューラルネットと同様であるので説明は省略する。この蒸発時定数算出部 31a も学習可能に構成されており、初期状態においては、実験的に求めた蒸発時定数とファジニューラルネットが出力する蒸発時定数とを直接比較し、両者の誤差が小さくなるように、結合係数  $w_f$  を修正することによりファジニューラルネットでの学習を行い、その後は前記 A/F のズレの情報である学習信号 3 を小さくするように結合係数  $w_f$  を更新することによりファジニューラルネットでの学習が行われる。

【0030】なお、図 12 の燃料付着率算出部 31b においてもファジニューラルネットにより推定燃料付着率が算出され、同様に、A/F のズレの情報である学習信号 4 を小さくするように結合係数  $w_f$  を更新することによりファジニューラルネットでの学習が行われる。

【0031】以上のようにして、推定吸入空気量  $A_e$  と推定吸入燃料量  $F_e$  が算出されると、図 5 の推定空燃比算出部 32 において、 $A_e/F_e$  により推定空燃比が算出され、推定空燃比の信号は前述した学習信号算出部 29 に送られるとともに、内部フィードバック演算部 34 に送られる。また、推定吸入空気量の信号は目標空燃比算出部 33 に送られる。

【0032】以上説明したように、本実施形態においては、推定吸入空気量と推定吸入燃料量を算出して推定空燃比を求め、この推定空燃比と実際の排気空燃比のズレが小さくなるように推定吸入空気量と推定吸入燃料量を補正する学習信号を出力しているので、最小限のセンサを用いシンプルな制御により、高精度の空燃比制御を行うことができる。

【0033】図 14 ~ 図 23 は本発明のエンジンの燃料噴射制御装置の他の実施形態を示している。なお、図 1 ~ 図 13 の実施形態と同一の構成には同一番号を付けて説明を省略する。図 14 はエンジンの構成図、図 15 は図 14 の制御装置 15 の構成図である。本実施形態においては図 1 の空燃比センサ 22 を省略し、よりシンプルな制御を可能にしている。図 16 はクランク軸 3 の回転変動と空燃比との関係を示す図である。A/F が急激にリーン側に移動し所定値  $K$  を越えると、エンジン（クランク軸 3）の回転変動が所定値  $R_0$  を越える。そこで、本実施形態においては、エンジンを可能な限りリーン側で運転させるとともに、回転変動が  $R_0$  を越える場合には、空燃比  $K$  をリッチ側に移動するように制御する。

【0034】図 17 は、図 15 のマイコン 15d 内で行

われるインジェクタに関する制御ユニットの構成を示すブロック図である。本実施形態においては、図 3 と比較してクランク角信号に基づいてクランク軸 3 の回転変動を算出する回転変動算出部 28 を設け、該信号を排気空燃比の代わりにモデルベース制御部 27 に出力するようにしている。また、温度センサ 1 と温度センサ 2 の信号を温度情報加工部 35 に入力し、エンジン温度と吸気管壁温度をモデルベース制御部 27 に出力するようにしている。

【0035】図 18 は、図 17 の回転変動算出部 28 の構成を示すブロック図である。角速度検出部 28a においてクランク角から角速度を検出し、角加速度検出部 28b において角速度から角加速度を検出し、該角加速度信号をローパスフィルタ 28c を通過させたものとの角加速度偏差をとり、該角加速度偏差を偏差累積部 28d で累積し、該角加速度偏差が閾値を越えた場合に回転変動信号を出力する。

【0036】図 19 (A) は、図 17 の温度情報加工部 35 の構成を示すブロック図、図 19 (B) はエンジン温度の算出を説明するための図である。温度センサ 1 と温度センサ 2 の信号によりエンジン温度算出部 35a にてエンジン温度を算出し、モデルベース制御部 27 に出力する。これは図 19 (B) に示すように、温度センサ 2 の吸気管壁温度と温度センサ 1 の吸気管から若干離れた位置での温度によりエンジン温度を推定し算出するものである。温度センサ 2 の信号はそのまま吸気管壁温度としてモデルベース制御部 27 に出力される。

【0037】図 20 は、図 17 のモデルベース制御部 27 の構成を示すブロック図である。本実施形態においては、図 5 の学習信号算出部 29 がなく、従って吸入空気量算出部 30 及び吸入燃料量算出部 31 は学習信号を用いず、また、吸入燃料量算出部 31 にはエンジン温度の代わりに吸気管壁温度の信号を入力している。推定空燃比算出部 32、内部フィードバック演算部 34 は図 5 と同様であるが、目標空燃比算出部 33 には、エンジン温度、推定吸入空気量、エンジン回転数を入力し、さらに、前記回転変動の信号を教師データとして用いている。

【0038】図 21 は、図 20 の目標空燃比算出部 33 の学習モデルを示すブロック図である。学習信号算出部 33c は、前記回転変動の信号に応じて学習信号として出力し、目標空燃比学習部 33d において目標空燃比を学習させるための教師データとして用いられる。目標空燃比学習部 33d には、エンジン回転数、吸入空気量算出部 30 で算出された推定吸入空気量と、変化率算出部 33a で算出された推定吸入空気量変化率の信号が入力され、ここで目標空燃比が算出される。さらに、この目標空燃比は、エンジン温度補正マップ 33e にて補正された信号により補正される。

【0039】図 22 は、図 21 の目標空燃比学習部 33



dにおいて、目標空燃比を求めるためのファジィニューラルネットの概略構成図である。基本的な構成及び算出方法は、図9及び図10で説明した推定吸入空気量を求めるファジィニューラルネットと同様である。

【0040】エンジン回転数と推定吸入空気量から目標空燃比を算出した後、推定吸入空気量変化率から加速補正マップを用いて補正係数を設定し、この補正係数により目標空燃比を補正する。この場合、図10に示すルールは2次元マップになり、入力情報であるエンジン回転数及び推定空気吸入量に対応した各3個の運転条件A11、A21、A31及びA12、A22、A32とした場合、合計6個の運転条件と9個の結論R1~R9との組み合わせにより行われる。そして、運転条件A11はエンジン回転数が「低回転域」、A21は「中回転域」、A31は「高回転域」、運転条件A12は推定吸入空気量が「少ない」、A22は「中くらい」、A32は「多い」という曖昧な表現で条件を示しており、また、結論R1~R9は、エンジン回転数の大きさと推定吸入空気量の大きさに対応する目標空燃比を示している。これらの運転条件及び結論により、ルールは、例えば、「エンジン回転数が中回転域にあり、推定吸入空気量が中くらいの場合は、目標空燃比は1.4、5である。」、又は「エンジン回転数が高回転域にあり、推定吸入空気量が大きい場合は、目標空燃比は1.2である。」等の9個のルールに別れる。この目標空燃比学習部33dは、学習可能に構成されており、初期状態においては、全域において目標空燃比が理論空燃比になるように結合係数を修正することによりファジィニューラルネットでの学習を行い、その後は前記回転変動のブレの情報である学習信号を小さくするように結合係数wfを更新することによりファジィニューラルネットでの学習が行われる。

【0041】図23は、図22の目標空燃比を学習させるためのフロー図であり、これを図17をも参照して説明する。ステップS1でクランク軸3の回転変動を読み、ステップS2で回転変動が所定値R0以上か否かを判定し、回転変動が所定値以上の場合には、ステップS3でA/Fが所定量K0だけリッチ側になるように教師データを変更して、結合係数wfを更新し、この制御により空燃比がリッチ側に移動し、ステップS4で所定時間、回転変動が所定値R1以下であるか否かを判定し、以下であれば、ステップS5でA/Fが所定量K1だけリーン側になるように教師データを変更して、結合係数wfを更新する。この制御によりエンジンを可能な限りリーン側で運転させるとともに、回転変動が所定値を越える場合には、目標空燃比をリッチ側に変更し、適正な空燃比の制御を行うことができる。

【0042】なお、本実施形態の温度情報加工部35を図3の実施形態に適用してもよく、その場合には、図5の吸入燃料量算出部31にはエンジン温度の代わりに吸気管壁温度が入力される。

【0043】図24は、本発明の他の実施形態を示すモデル制御部27のブロック図である。図5においては、吸入燃料量算出部31に推定吸入空気量を入力するようにしているが、本実施形態においては、これの代わりに複数の吸気圧力情報を入力させる。図12においても同様である。また、図20の場合にも同様に構成できる。

【0044】図25は、本発明の他の実施形態を示すモデル制御部27のブロック図である。図24の実施形態においては、吸入燃料量算出部31に複数の吸気圧力情報を入力するようにしているが、本実施形態においては、これの代わりに検出された吸気圧力を入力させる。図12においても同様である。また、図20の場合にも同様に構成できる。

【0045】以上、本発明の実施の形態について説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく種々の変更が可能である。例えば、上記実施形態においては、学習モデルとしてファジィニューラルネットを採用しているが、これに限定されるものではなく、例えば、ニューラルネットやCMAC (Cerebellar Model Arithmetic Computer) 等の学習可能な計算モデルを採用してもよい。また、上記実施形態においては、4サイクルエンジンに適用した例を示しているが、2サイクルエンジンにも適用可能であり、空燃比センサを用いる場合には、シリンダ内の燃焼ガスを直接検出できるように空燃比センサが配設される。

#### 【0046】

【発明の効果】以上の説明から明らかなように、請求項1、2、5記載の発明によれば、複数の吸気圧力情報により推定吸入空気量を正確に算出することができ、最小限のセンサを用いシンプルな制御により、高精度の空燃比制御を行うことができ、また、従来のフィードバック制御に比較して、制御装置内で推定空燃比を算出し、排気空燃比とのずれを学習させるため、スロットル開度が大きく変化するエンジン過渡時において、制御の応答性を向上させ、高精度の空燃比制御を行うことができ、請求項3、4記載の発明によれば、さらに空燃比検出手段を省略し、よりシンプルな制御により、高精度の空燃比制御を行うことができ、請求項6記載の発明によれば、吸気圧力検出手段の配設構造を簡素化することができ、請求項7、8記載の発明によれば、エンジン温度を吸気管壁温度から推定することにより、センサ数を少なくすることができ、また、エンジン温度検出手段をの配設構造を簡素化することができ、さらに、吸気管壁温度を直接検出するため、より正確に推定吸入燃料量を算出することができ、さらに高精度の空燃比制御を行うことができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のエンジンの燃料噴射制御装置の1実施形態を示し、エンジンの構成図である。

【図2】図1の制御装置15の構成図である。

【図 3】図 2 のマイコン 15 d 内で行われるインジェクタに関する制御ユニットの構成を示すブロック図である。

【図 4】図 3 の吸気圧力情報加工部 26 の構成を示すブロック図である。

【図 5】図 3 のモデルベース制御部 27 の構成を示すブロック図である。

【図 6】図 6 (A) は、図 5 の目標空燃比算出部 33 の構成を示すブロック図、図 6 (B) は目標空燃比マップを示す図である。

【図 7】図 5 の内部フィードバック演算部 34 の構成を示すブロック図である。

【図 8】図 5 の学習信号算出部 29 の構成を示すブロック図である。

【図 9】図 5 の吸入空気量算出部 30 の学習モデルを示すブロック図である。

【図 10】図 9 のルールをマップの形式で表した図である。

【図 11】平均吸気圧力及び最低吸気圧力と吸入空気量との相関を示す図である。

【図 12】図 5 の吸入燃料量算出部 31 の学習モデルを示すブロック構成図である。

【図 13】図 12 の蒸発時定数算出部 31 a において、推定蒸発時定数を求めるためのファジィニューラルネットの概略構成図である。

【図 14】本発明のエンジンの燃料噴射制御装置の他の実施形態を示すエンジンの構成図である。

【図 15】図 14 の制御装置 15 の構成図である。

【図 16】クランク軸の回転変動と空燃比の関係を示す

図である。

【図 17】図 15 のマイコン 15 d 内で行われるインジェクタに関する制御ユニットの構成を示すブロック図である。

【図 18】図 17 の回転変動算出部 28 の構成を示すブロック図である。

【図 19】図 19 (A) は、図 17 の温度情報加工部 35 の構成を示すブロック図、図 19 (B) はエンジン温度の算出を説明するための図である。

【図 20】図 17 のモデルベース制御部 27 の構成を示すブロック図である。

【図 21】図 20 の目標空燃比算出部 33 の学習モデルを示すブロック図である。

【図 22】図 21 の目標空燃比学習部 33 d において、目標空燃比を求めるためのファジィニューラルネットの概略構成図である。

【図 23】図 22 の目標空燃比を学習させるためのフロー図である。

【図 24】本発明の他の実施形態を示すモデルベース制御部の構成を示すブロック図である。

【図 25】本発明の他の実施形態を示すモデルベース制御部の構成を示すブロック図である。

【符号の説明】

13…インジェクタ

15…制御装置

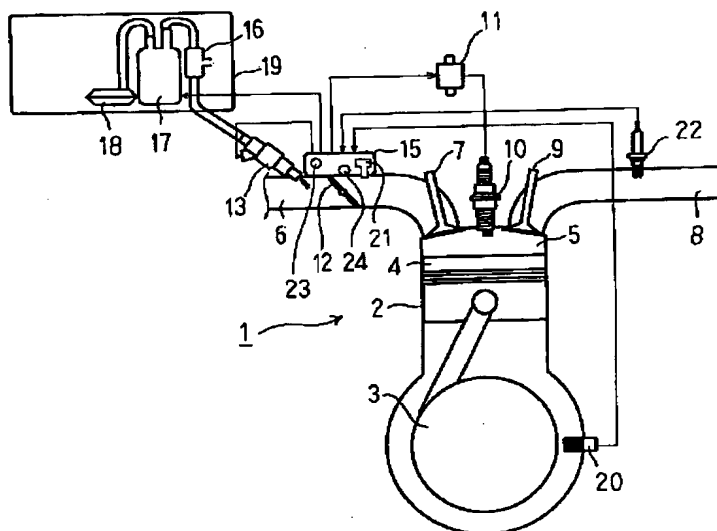
20…エンジン回転数検出手段

21…吸気圧力検出手段 4

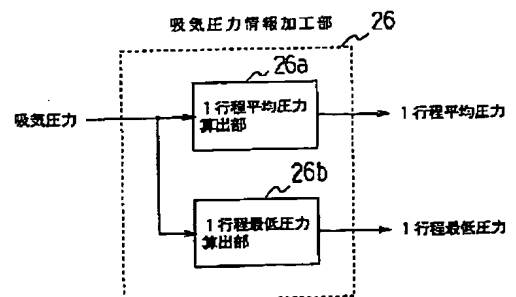
22…空燃比検出手段

23、24…エンジン温度検出手段

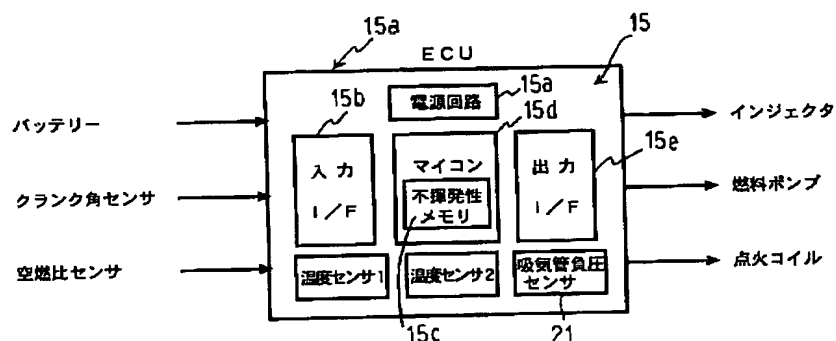
【図 1】



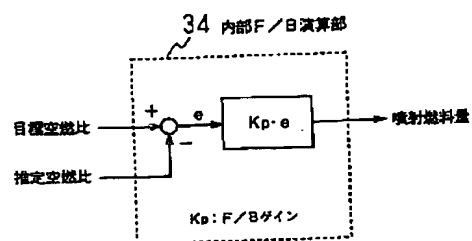
【図 4】



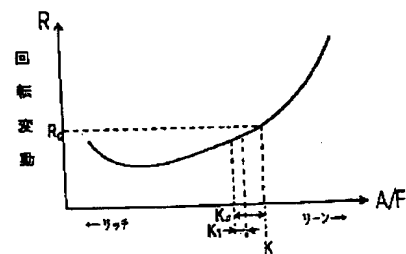
【図 2】



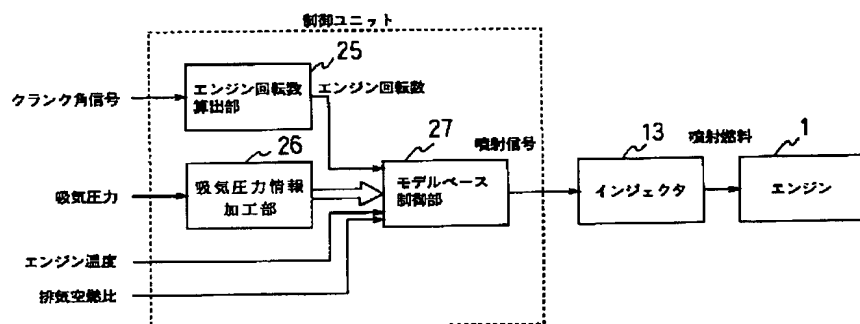
【図 7】



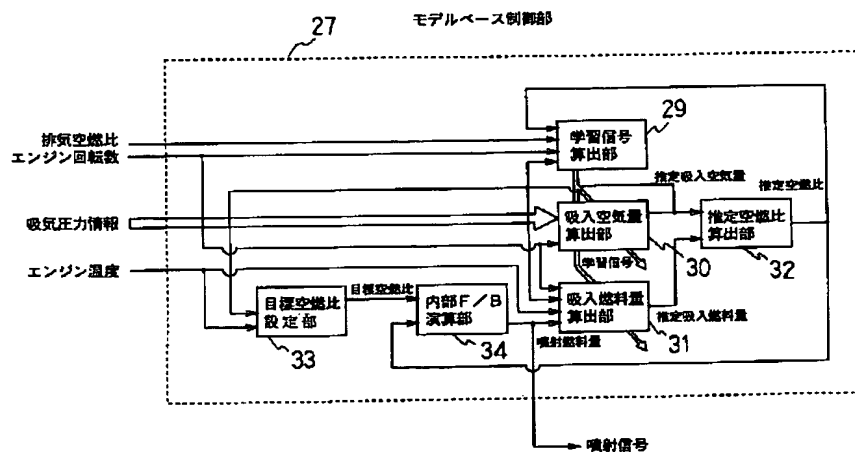
【図 16】



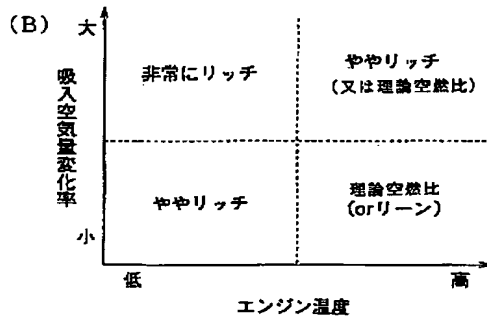
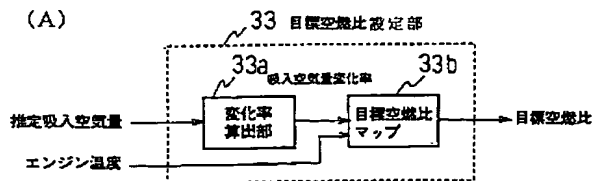
【図 3】



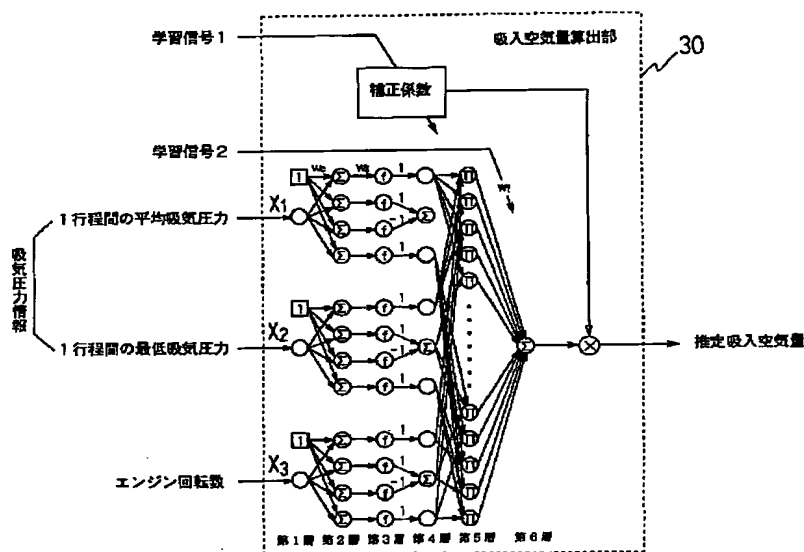
【図 5】



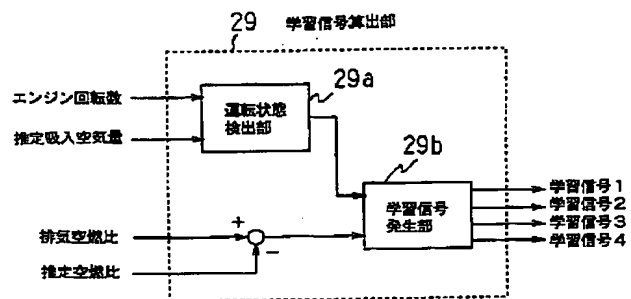
【図 6】



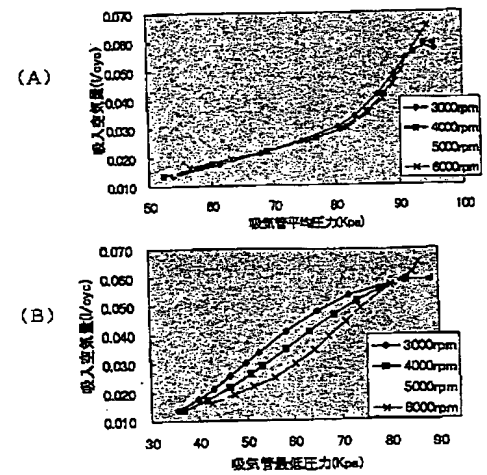
【図 9】



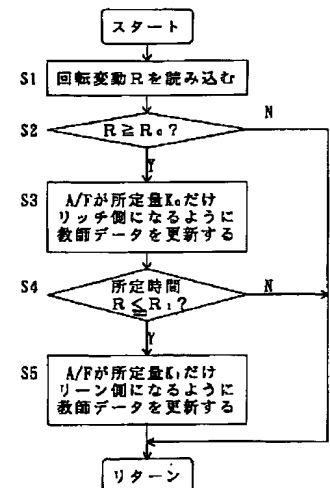
【図 8】



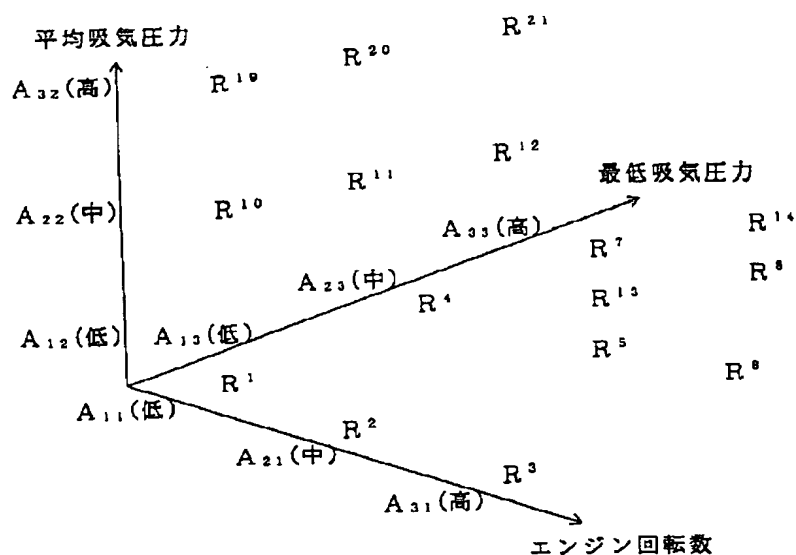
【図 11】



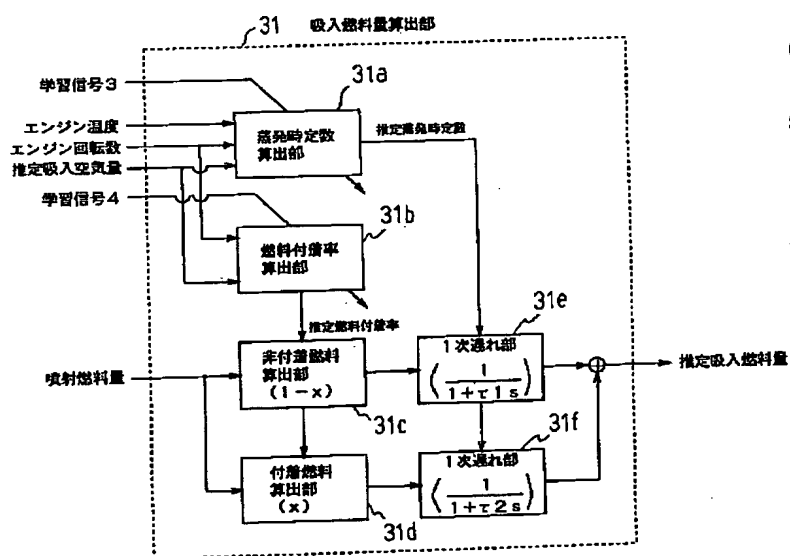
【図 23】



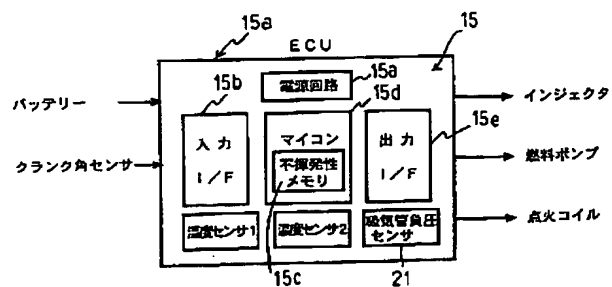
【図 10】



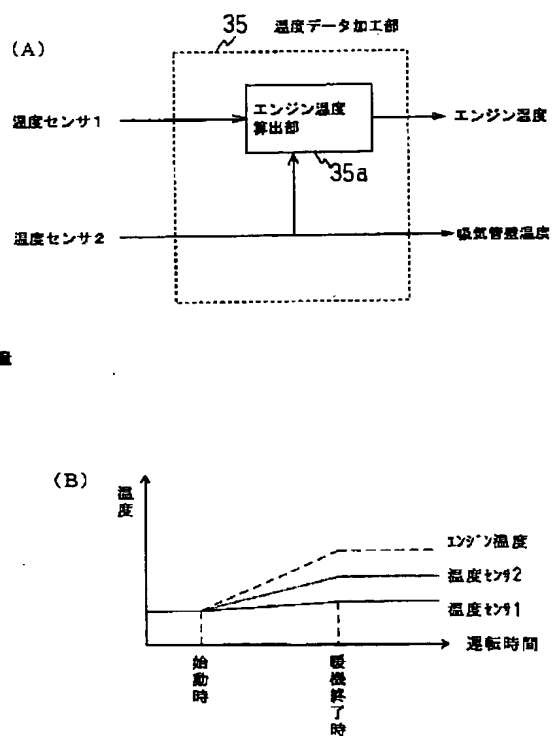
【図 12】



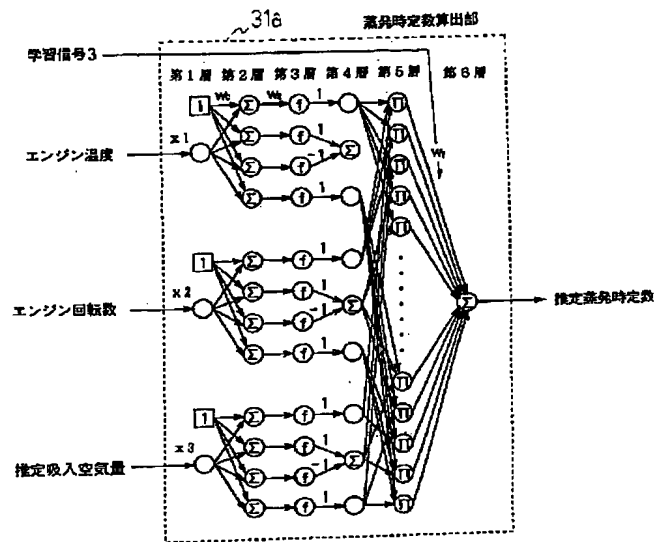
【図 15】



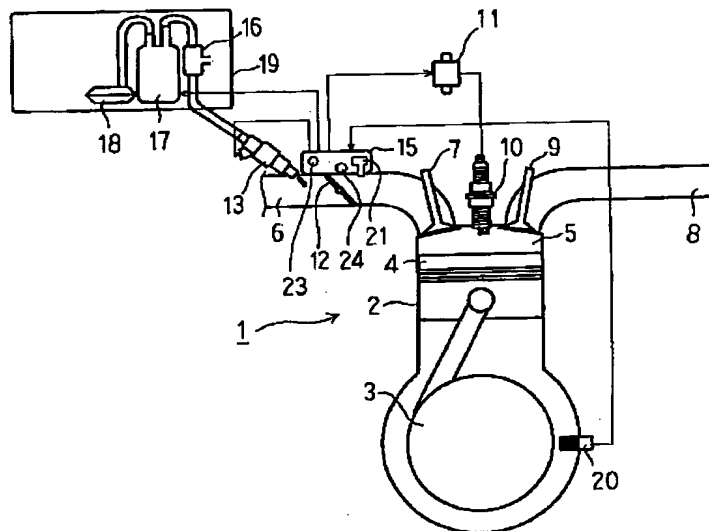
【図 19】



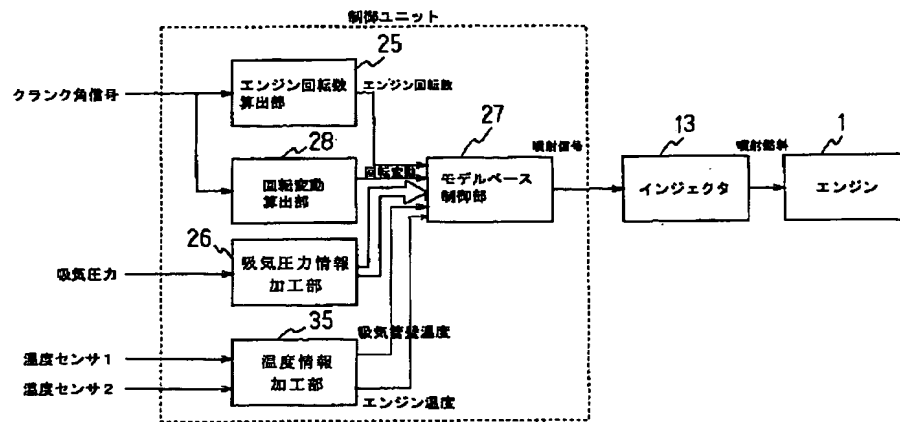
【図 1 3】



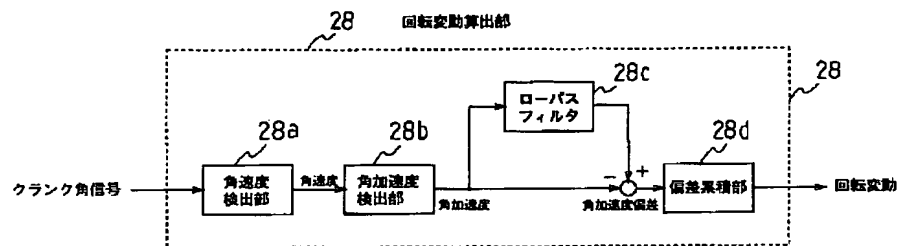
【図 1 4】



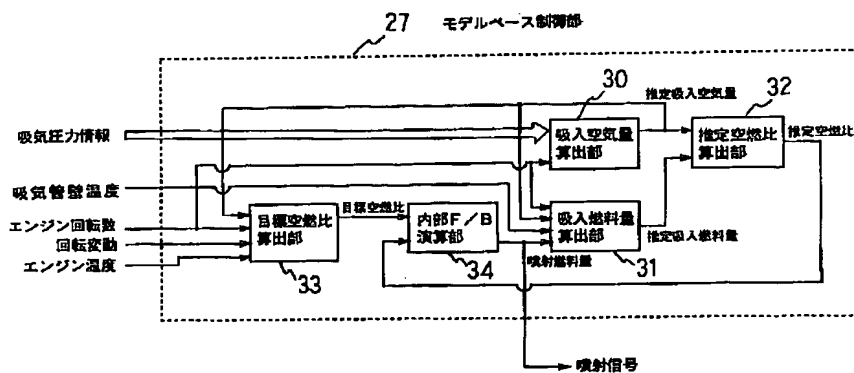
【図 17】



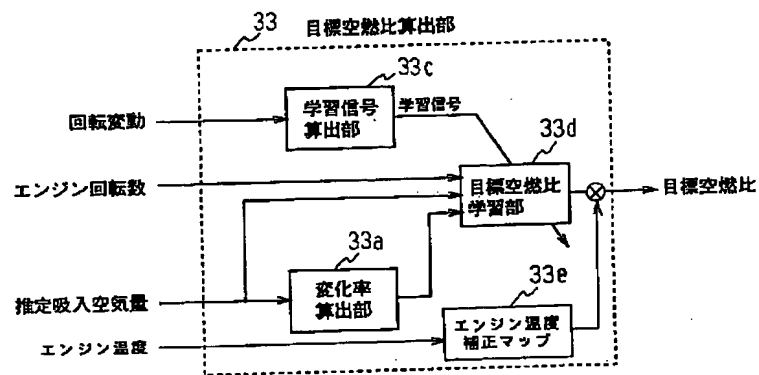
【図 18】



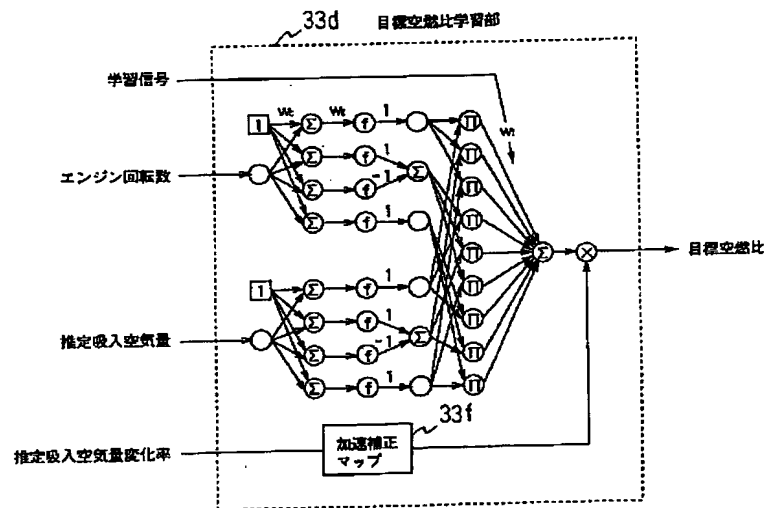
【図 20】



【図 21】

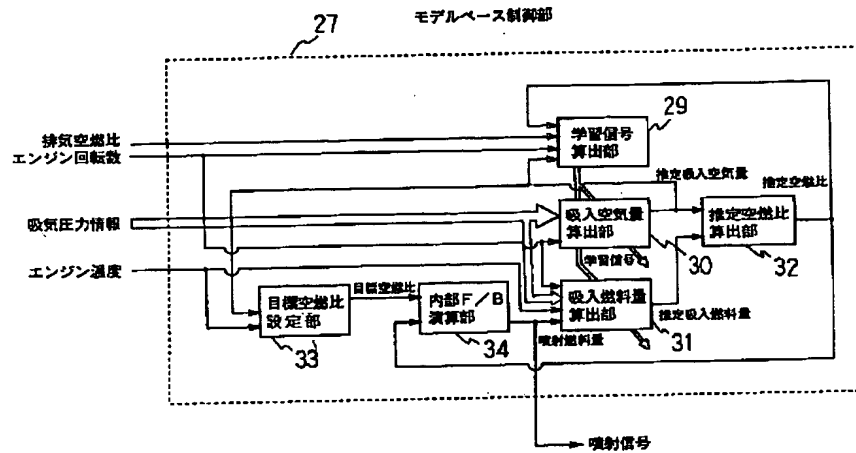


【図 22】

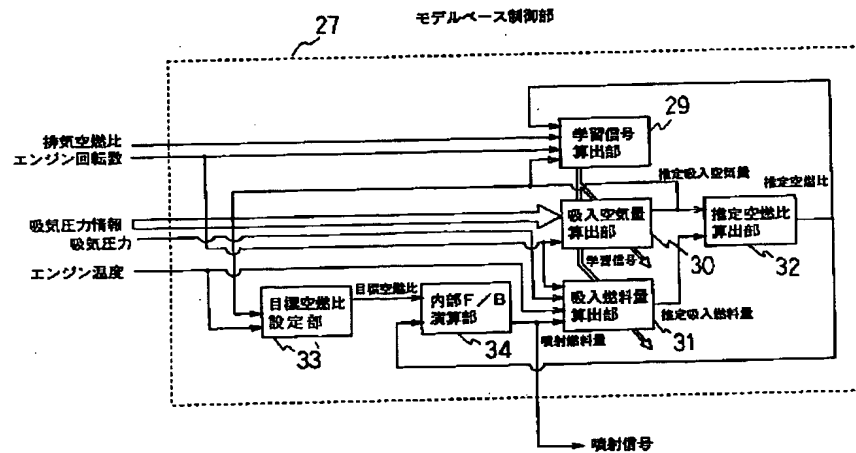




【図 2 4】



【図 2 5】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 6

F 0 2 D 45/00

識別記号

3 6 4

3 6 6

F I

F 0 2 D 45/00

3 6 4 N

3 6 4 G

3 6 6 F

